

西藏那曲地区畜牧业生态系统功能评价

李祥妹

(中国科学院 - 水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

摘 要: 畜牧业生态系统功能评价是进行草地系统保护与管理、防治草地退化的前提, 是畜牧业系统优化和持续发展的根本。为此, 以西藏自治区那曲地区草地为研究对象, 通过设立评价指标, 建立多因子评价模式, 采用三角分析法对区域内畜牧业生态系统的社会、经济、生态功能进行综合评价, 为区域畜牧业未来发展提供依据。

关键词: 畜牧业生态系统; 功能评价; 三角形法; 那曲地区

中图分类号: S81

文献标识码: A

1 畜牧业生态系统综合功能评价的原则和意义

畜牧业生态系统综合功能评价是社会、经济和生态的综合度量, 以综合指标从根本上对区域畜牧业可持续发展的能力进行系统评价, 以指导系统的组织、保护与管理, 为区域生态功能区划、草地退化、沙化的恢复及防治提供依据。

畜牧业生态系统功能的评价标准应根据生产力的不同发展阶段及区域的不同特点而定。应遵循如下原则: 一是追求系统结构的优化。系统结构优化的关键是最大限度地资源转化为产品优势、商品优势, 提高系统整体功能; 二是系统整体功能的强弱体现于各分系统的综合效应, 生态、经济和社会三大功能是支撑系统整体功能的骨架, 系统内诸因素是实现系统整体功能优化的支持系统^[1]; 三是所评价的畜牧业生态系统是受人类干预的复合生态系统, 系统的发展方向与人口素质、科学技术水平直接相关, 故评价时应选取有关的社会指标; 四是评判指标的确定必须有代表性, 同时不能脱离现有的统计制度, 便于实地调查和资料搜集; 最后, 所运用的评价方法必须有实用性, 即便于掌握、操作, 便于对评价地区进行经常性的监测与管理。

2 那曲地区畜牧业生态系统综合功能评价指标

那曲地区牧草资源丰富, 牧草地占土地总面积的 80% 以上, 在西藏自治区 7 地(市)中拥有牧草地数量最大, 是自治区主要牧区之一^[2]。该地区地势

高亢, 平均海拔 4 500 m ~ 5 000 m, 年降水量 200 mm ~ 600 mm, 气温低, 日照丰富, 辐射强度大, 土壤发育度低, 以高寒草原、高寒草甸和高寒沼泽化草甸为主, 区域内部差异较明显, 草地退化严重。因此, 其指标体系的选取应有本地区的代表性, 本文根据实地调查, 在保持行政区划完整性的基础上将那曲地区分为 8 个小区^[3], 分别从社会、经济、生态三功能对各个小区进行评价, 然后进行综合分析。

2.1 目标层次

畜牧业生态系统追求的总目标是系统持续的综合功能, 是由多目标构成的。图 1 采用多目标决策的层次分析法^[4], 将所追求的总目标分若干层。第二层是为实现总目标层的 3 个分目标层, 由生态、经济和社会功能构成; 第三层为措施层, 即为达到总目标和分目标所必须具备的各种条件及组成要素, 由 14 个要素构成。

在生态功能中, 草地效率以现实草地亩均鲜草产量与气候潜力的百分比表示, 反映地区草地基本生态特征; 植被盖度是畜牧业生态环境的重要指标, 以实地测量结合遥感图像判读确定; 可利用草地以可利用草地占区域草地面积的百分比表示; 水资源潜力以目前那曲地区畜牧业用水量为基础, 求算降水量可开发利用潜力的百分比; 草地退化率是直接反映草地生态系统功能的综合性指标, 以区域中度以上退化草地所占比率表示。经济功能中牲畜总增率反映一年中牧业生产过程中的优劣水平, 是其他经济指标的基础, 以各种牲畜的混合增长率表示; 牲畜商品率指投放市场的畜产品所占比重, 标志着区

收稿日期: 2002-05-20; 改回日期: 2002-11-02。

基金项目: 院地合作项目资助。

作者简介: 李祥妹(1973-), 女, 河南泌阳人, 博士生, 主要从事山地生态及区域开发方面的研究。

域畜产品作为商品投放市场的能力^[5];草地生产率是反映经济功能为主的综合性指标,以单位草地畜牧业生产总值(万元/km²)表示;出栏率是当年出栏牲畜头数与年初牲畜总头数之比,是表示畜牧业发展的重要指标;社会功能中以人均消费生物量和能源表示居民生活水平,因此选取人均畜产品(kg/人)、农村生活能源丰歉率(%)为计算指标,分别表

示牧民生活水平和农村能源状况;文化教育以小学以上文化程度人数占≥6岁总人口的百分比表示,基本反映了人口的群体素质;劳动力转移以第二、第三产业劳动力人数与劳动力总人数的百分比表示,是反映地区发展程度的重要指标;人口自然增长率对区域可持续发展影响较大,是生态系统功能评价中不可忽略的因子。

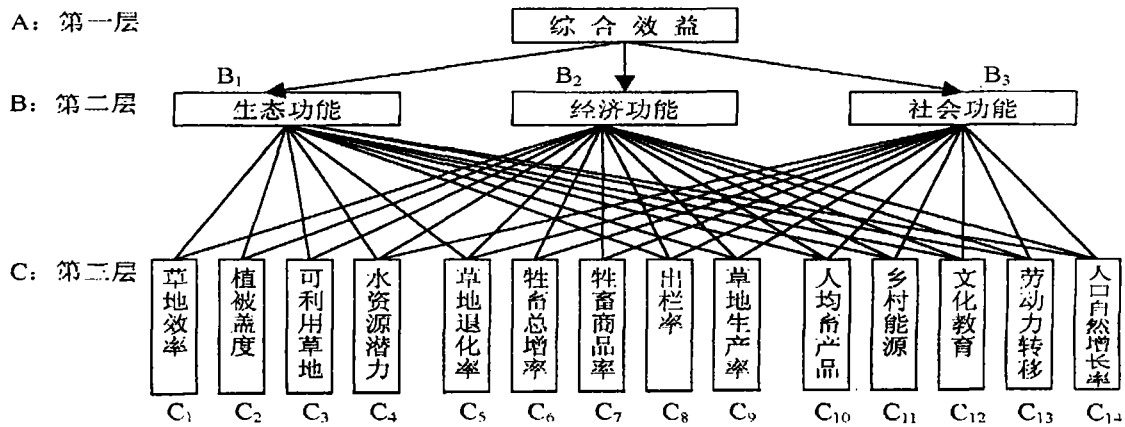


图 1 畜牧业生态系统功能监测指标体系层次结构
Fig.1 The hierarchy structure of the index system for monitoring the function of eco-regions

2.2 指标权重

畜牧业生态区是畜牧业生态经济的复合系统,因此,畜牧业生态区综合功能的强弱是各种因素的综合反映,而且各因子对综合功能的贡献值不同。建立完善的畜牧业生态区综合功能监测系统,正确地选定指标和确定评价指标体系是很重要的,正确地确定各指标在系统内的地位也同样十分重要。这里采用层次分析法逐级计算下一级各指标对上

的贡献值。

2.2.1 求取第二层对第一层的贡献值

那曲地区目前尚属经济不发达的初级阶段,同时又是生态脆弱区,区域综合功能的发挥必须兼顾生态、经济和社会功能,特别是西部各县生态环境极其脆弱,草地退化严重,保护生态是当前的首要任务,因此在评价中生态功能和经济功能赋以相同的权重,据此建立一级判断矩阵,计算结果见表 1。

表 1 区域生态、经济、社会功能、权重序列表
Table 1 The order of hierarchy B to hierarchy A

	生态功能 B ₁ Ecological benefit	经济功能 B ₂ Economic benefit	社会功能 B ₃ Social benefit	权重 W _i Weight	备 注
生态功能 B ₁ Ecological benefit	1	1	3	0.4286	权重 $W_i = \frac{B_i}{\sum_{i=1}^3 B_i}$, W _i 为 B 层各要素对区域综合效益的贡献值, B _i 为 B 层各要素的比较贡献值, $\sum_{i=1}^3 B_i$ 为 B 层各要素比较贡献值之和
经济功能 B ₂ Economic benefit	1	1	3	0.4286	
社会功能 B ₃ Social benefit	1/3	1/3	1	0.1428	

对排序结果进行一致性检验

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

$$RI = \begin{cases} \text{阶数: } 1, 2, 3, 4, \dots, 0 \\ RI: 0, 0, 0.58, \dots, 1.45 \end{cases}$$

$$CR = CI / RI$$

式中 CI 为一致性指标, λ_{\max} 为判断矩阵的最大特

征值, n 为判断矩阵的阶数, RI 为平均随机一致性指标, CR 为一致性检验值。当 $CR < 0.1$ 时, 判断矩阵有满意的一致性, 否则需调整其矩阵。此一级判断矩阵计算结果的检验为 $\lambda_{\max} = 3.0005$, $CI = 0.00025$, $RI = 0.58$, 故 $CR = 0.00043 < 0.1$ 。结果具有满意的一致性。

2.2.2 求取 C 层对 B 层的贡献值

与上述原理一致,可分别求取 C 层各要素 C_i 对 B_1 、 B_2 、 B_3 的贡献值,并通过一致性检验(过程略)。

2.3 层次总排序

在前面两级排序的基础上,进一步计算 C 层各要素对 A 层综合功能的贡献值,即层次总排序(见表 2)。表 2 计算结果为 C 层各要素对 A 层的比较贡献值。因为所选取代表 B 层各功能的指标个数不等,同时 B 层、C 层各指标值都是针对上一层的比较得出的,故 C 层各指标的计算值需按三大功能分别进行正规化处理,其公式为

$$X_i = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^n y_i} \quad (1)$$

式中 x_i 为 C 层各要素对区域综合功能的贡献值(权重), y_i 为各要素的比较贡献值(即表 2 所求的结果), $\sum_{i=1}^n y_i$ 为 C 层各要素比较贡献值的总和,(1)式计算结果见表 3。

3 畜牧业生态区综合功能评价

3.1 要素分区及权分计算

根据综合评价指标,分区统计那曲地区各指标所对应的要素值,以相对值表示,实现区际间的可比

表 2 C 层各要素比较贡献值排序表

Table 2 The order of C hierarchy all hierarchies to B and A

层次		C 层对 B 层的贡献			C 层对 A 层的贡献
		B_1 0.4286	B_2 0.4286	B_3 0.1428	
生态因素	草地效率 C_1	0.1072	0.0780	-	0.0739
	植被盖度 C_2	0.1811	0.0298	-	0.0699
	草地利用率 C_3	0.0443	0.0588	-	0.0449
	水资源潜力 C_4	0.0832	0.0399	0.0800	0.0593
	草地退化率 C_5	0.1722	0.0510	-	0.0787
经济因素	牲畜总增率 C_6	-	0.1501	0.1055	0.0982
	牲畜商品率 C_7	-	0.1599	0.1099	0.1042
	出栏率 C_8	0.0399	0.1090	0.0701	0.0821
	人均畜产品 C_9	0.0688	0.0798	0.0710	0.0751
	草地生产率 C_{10}	0.0666	0.0820	0.0599	0.0738
社会因素	乡村能源 C_{11}	0.1202	0.0522	0.1201	0.0835
	文化教育 C_{12}	0.0532	0.0831	0.1281	0.0816
	劳动力转移 C_{13}	0.0183	0.0301	0.1022	0.0384
	人口自然增长率 C_{14}	0.1011	0.0588	0.1421	0.0850

表 3 C 层各指标对区域综合功能¹⁾贡献值(权重)

Table 3 The Contributions (Weights) of hierarchy C to regional integrated benefits

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}
C_i/B_1	0.1072	0.1811	0.0443	0.0832	0.1722	-	-	0.0399	0.0688	0.0666	0.1202	0.0532	0.0183	0.1011
C_i/B_2	0.0780	0.0298	0.0588	0.0399	0.0510	0.1501	0.1599	0.1090	0.0798	0.0820	0.0522	0.0831	0.0301	0.0588
C_i/B_3	-	-	-	0.0800	-	0.1055	0.1099	0.0701	0.0710	0.0599	0.1201	0.1281	0.1022	0.1421
C_i/A	0.0739	0.0699	0.0449	0.0593	0.0787	0.0982	0.1042	0.0821	0.0751	0.0738	0.0835	0.0816	0.0384	0.0850
C_i	0.1533	0.1603	0.0891	0.1235	0.1744	0.1776	0.1884	0.1559	0.1489	0.1460	0.1745	0.1583	0.0737	0.1738

1) A, B_1 - B_3 , C_1 - C_{14} 的含义与图 1 相同。

表 4 那曲地区畜牧业生态区三大功能权分¹⁾

Table 4 The benefit weights for the different eco-livestock husbandry regions in Nakchu prefecture

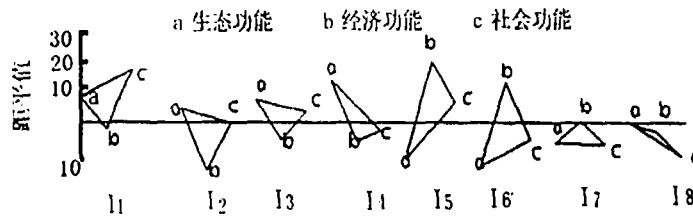
畜牧业生态区	生态功能	经济功能	社会功能	分区合计
那曲(I_1)	54.29	35.23	68.25	157.77
嘉黎(I_2)	50.51	21.55	50.65	122.71
索县、巴青(I_3)	53.26	31.51	54.59	139.36
聂荣(I_4)	60.03	31.23	48.35	139.61
安多(I_5)	34.02	57.16	57.47	148.65
申扎(I_6)	31.91	50.55	45.21	127.67
班戈(I_7)	39.04	37.59	43.70	120.33
尼玛(I_8)	45.84	34.25	39.98	120.07
全区平均值	46.11	37.38	51.03	134.52

1)资料来源:西藏统计年鉴 2001 年(西藏自治区统计局);西藏草地数据集(西藏自治区畜牧局,1992,内部资料)

性,然后按各小区畜牧业生态区要素相对值的大小进行排序,并依序号赋相应分值。如草地效率共分 1、2、3、4、5 等,分别赋予 100、80、60、40、20 分,以此类推,将各要素分值与权重对应相乘,然后依生态经济和社会三大功能分区按类加总,最终得出各小区畜牧业生态区三大功能总分(见表 4)。

3.2 畜牧业生态区综合功能评价

将各分区三大功能权分值点绘于坐标图中,构成各畜牧业生态区是社会、经济、生态三大功能图像^[6](图 2),直观而形象地反映各畜牧业区的优劣及区域综合功能的宏观组合状况。



全区社会、经济、生态功能平均值 $I_1 \sim I_8$ 的含义与表 4 相同

图 2 那曲地区畜牧业生态区综合功能三角形图像
Fig.2 The triangle diagram for the comprehensive function of the different eco-livestock husbandry regions in Nakchu prefecture

根据图 2,各分区综合功能类型可按所构成的三大功能图像划分。由于那曲地区尚属不发达地区,同时为生态脆弱区^[7],因此保护区域生态、发展区域经济是首要任务,故在兼顾经济和生态功能前提下,将那曲地区畜牧业生态区划分为三大类:即 A 类型(生态功能角朝上)、B 类型(经济功能角朝上)和 C 型(社会功能角向上);结果表明:全区各小区的经济功能都较差,仅安多(I_5)、申扎(I_6)、班戈(I_7)属 B 型,但生态功能较差,说明这些地区经济功能的提高是以牺牲生态功能为前提的,区域发展的持续性受到约束,未来发展必须强调生态功能的提高,同时,对于生态极度脆弱区可考虑异地搬迁,从而促进区域生态良性转化;嘉黎(I_2)、比如、索县、巴青(I_3)、聂荣(I_4)、尼玛(I_8)为 A 型,说明这几个地区生态功能相对较好,可持续发展潜力较大,其中尼玛县由于受自然条件限制,生态系统脆弱性大,未来开发中必须加强生态系统的保护;那曲(I_1)为 C 型,说明区内社会功能较高,这与该区是地区行署所在地有关,但区内经济、生态功能并不理想,未来发展途径应在保护生态前提下综合发展经济。通过比较,在当前情况下综合考虑经济、生态功能,结合社会功能的逐渐提高,则那曲地区各分区综合功能的优势排序为 $I_1 > I_4 > I_3 > I_6 > I_5 > I_2 > I_7 > I_8$ 。

4 畜牧业生态区综合管理模式操作

4.1 图像判定

将判定区内各指标数据按要求进行统一处理,编程序度,构建综合功能的社会、经济、生态图像,通过图像的类型及区际比较,可以直观地判定出各区综合功能的宏观组合特征及三大功能优劣。如属 A 型,且图像中 A、B 两角位于全域平均水平线以上者为综合功能优势区,反之,综合功能组合较差,如

I_7 、 I_8 区。凡是图像的最低角便是该区的最差功能角,因此,通过图像可判别各区内三大功能的比较优劣,确定阻碍系统发展的主要问题,为区域的治理与资源管理确定主要方向。如安多、申扎区经济功能较好,但在未来发展中必须加强生态环境建设与管理等。

4.2 指标判定

图像判定为区域治理和资源管理确定了主要方向,在区域开发和资源管理中,首先应加强区域内功能较低方面的治理。在上述 8 个分区中,安多(I_5)、申扎(I_6)的经济功能较好,属第一类分区,但生态功能差,说明该区经济功能的提高是建立在牺牲生态环境基础上的,在日后开发中必须加强生态建设与保护;其余分区(I_1 、 I_4 、 I_3 、 I_2 、 I_7 、 I_8)的经济功能不太理想,发展经济是这些区域的首要任务,其中 I_2 (嘉黎县)、 I_3 (比如、巴青、索县)、 I_4 (聂荣)的生态功能较显著,其中 I_2 、 I_3 区属于藏东高山峡谷区,降水降为丰富,植被盖度好,生态系统抗干扰性较强; I_4 区生态功能的好转源于 1998 年雪灾后造成的牛羊头数减少,草地超载现象得到改善,故未来发展中应注意控制牲畜头数,防止因草场超载而造成生态退化。未来发展中若加强社会功能如农村能源建设、农村劳动力人口转移等,可明显提高经济功能; I_1 、 I_7 、 I_8 区经济、生态功能都较差,但 I_1 社会功能较好,未来发展潜力较大。

根据所建立的模式,对上述 8 个小区逐年进行追踪评判,判定系统的动态变化,有针对性地制定下一步的治理方案,促进区域整体功能的优化。

4.3 讨论

社会、经济、生态功能三角分析法用于畜牧业生态系统功能评价,其目的是评价各分区的综合功能,寻找制约区域发展的主导因素,进而为区域资源管理和开发提供依据。但这一评价方法指标的选取和

权重赋值方面有较大的主观因素,所反映的只是区域相对比较值,难以在较大领域内进行比较,因此这一方法的优化还有待于进一步探讨。

致谢:蒙导师钟祥浩研究员、刘淑珍研究员的悉心指导,深表忱谢。

参考文献:

- [1] 刘淑珍,等. 西藏自治区那曲地区草地退化、沙化研究[M]. 拉萨:西藏人民出版社,1999. 4~12.
- [2] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏草原[M]. 北京:科学出版社,1992. 3~11.
- [3] 西藏自治区那曲地区农牧局编. 西藏那曲地区土地资源[M]. 北京:中国农业科技出版社,1992. 5~7.
- [4] 张殿发,卞建民,吴文业. 土地资源开发的农业生态效益评价[J]. 资源科学. 2001,23(2):26~30.
- [5] 杨再. 西藏畜牧业生态经济问题的研讨[A]. 见:西藏高原学会载西藏高原生态论文集(1986~1987)[C].
- [6] 谭传凤,李家成. 农业生态系统功能评价[J]. 生态农业研究. 1997,5(1):31~36.
- [7] 杨改河,等. 西藏土地资源生产能力及人口承载力研究[M]. 拉萨:西藏人民出版社,1996. 14~16.

Functional Assessment of Live-stock Husbandry Ecosystems in Nakchu Prefecture

LI Xiang-mei

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences & Ministry of Water Conservancy, Chengdu, 610041 China)

Abstract: The assessment of the functions of livestock husbandry ecosystem is not only the pre-requisite of protection, and management of ecosystems, but also the foundation for system's optimization and sustainable development. In this paper, eleven large live stock farming ecosystems in Nakchu Prefecture are studied and a "triangle" multifactor evaluation model is set up to guide the protection and management of live-stock husbandry ecosystems.

In this paper, the data base of eco-livestock husbandry consists of 8 regions $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7, I_8$. First the author choose every region's ecological factors including grass land efficiency(C_1), vegetation coverage(C_2), Utiliiaion rate of grassland(C_3), potential of water resources(C_4) and rate of grassland degradation(C_5), economical factors including rate of live-stock husbandry output to input(C_6), commodity rate of live-stock farming production(C_7), come out rate(C_8), livestock products per person(C_9), grassland productivity(C_{10}), Social elements including rural energy(C_{11}), Culture and education(C_{12}), Labor transferring(C_{13}), birth rate(C_{14}) as assessment quotas secondly, give different weights to every quotas based on it's contribution to animal husbandry, in this paper, $C_1 = 0.1533$, $C_2 = 0.16035$, $C_3 = 0.0891$, $C_4 = 0.1235$, $C_5 = 0.1744$, $C_6 = 0.1776$, $C_7 = 0.1884$, $C_8 = 0.1559$, $C_9 = 0.1489$, $C_{10} = 0.1460$, $C_{11} = 0.1745$, $C_{12} = 0.1583$, $C_{13} = 0.0737$, $C_{14} = 0.1738$. Thirdly, analysis every region's quotas, based on superior and inferior divide into 5 scales, give 100, 80, 60, 40, 20 to 1, 2, 3, 4, 5 scale, then use formula $Y_{ja} = \sum_{i=1}^4 C_{ji} C_{ji}^1$, $Y_{jb} = \sum_{i=5}^{10} C_{ji} C_{ji}^1$, $Y_{jc} = \sum_{i=11}^{14} C_{ji} C_{ji}^1$ to conclude out every region's different benefit. where Y_{ja} is the ecological benefit of j region ($j = 1 \cdots 11$), Y_{jb} is economical benefit and Y_{jc} is social benefit. C_{ji} is the weights of j region's quotas and C_{ji}^1 is scales mark of j region.

At last, set up a "triangle" multifactor evaluation to analyze the comprehensive function of the different eco-live stock husbandry regions in Nakchu prefecture. Based on these ways, we can draw a conclusion that the order of comprehensive function of every region is: $I_1 > I_4 > I_3 > I_6 > I_5 > I_2 > I_7 > I_8$

Key words: live-stock husbandry ecosystems, functional assessment, a triangle assessment model, Nakchu prefecture